

KINETIKA BIODEGRADASI ZAT ORGANIK PADA AIR LIMBAH SAMPAH (LINDI)

Fahria, Munawar dan Rudy Laksmono
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
email: fahriaumahuk@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan lindi umumnya dilakukan dengan proses biologi yang mengandalkan mikroorganisme sebagai pengurai substrat. Pentingnya peranan dan fungsi parameter kinetika pada pengolahan secara biologi, maka diperlukannya penelitian mengenai kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi zat organik pada air limbah sampah atau lindi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan mengetahui besar nilai parameter μ , Y , K_s , dan K_d , yang di gunakan dalam perhitungan proses pengolahan lindi secara biologi. Proses dilakukan secara aerob dan lumpur aktif yang digunakan merupakan hasil aklimatisasi, kemudian diproses pada reaktor batch dengan konsentrasi COD yang berbeda-beda (2600, 2100, 1600, 1100, & 600 mg/l). Parameter yang dianalisa adalah COD (Chemical Oxygen Demand) dan MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids). Hasil yang didapat, nilai μ antara = 0.1027-0.5298 (hari^{-1}), nilai $Y = 0,4583 \text{ g VSS/g COD}$, $K_s = 555,47 \text{ (mg/l)}$, $\mu_{\max} = 0.1020 \text{ (hari}^{-1}\text{)}$, $Y_t = 0.4583 \text{ (g VSS/g COD)}$ dan nilai $K_d = 1.37 \times 10^{-16} \text{ (hari}^{-1}\text{)}$.

Kata Kunci : Lindi, lumpur aktif, parameter kinetika

ABSTRACT

Leachate treatment is usually used by biological processes that depend microorganisms as decomposer substrate. Importance of the role and function the kinetics parameter on the biological proses, then needed for research ability of microorganisms to degrade organic matter in the leachate. This study aims to find and determine the value of the parameter μ , Y , K_s , and K_d , which is used in the calculation of biological leachate treatment process. Process is carried in aerobic and the acclimated activated sludge was used in batch reactors with different initial COD concentration (2600, 2100, 1600, 1100, & 600 mg / l). The parameters observed on this research were COD (Chemical Oxygen Demand), and MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids). The research shown that μ values from 0.1027 - 0.5298 (d^{-1}), the value of $Y = 0.4583 \text{ (g VSS / g COD)}$, $K_s = 555.47 \text{ (mg/ l)}$, $\mu_{\max} = 0.1020 \text{ (day}^{-1}\text{)}$, $Y_t = 0.4583 \text{ (g VSS / g COD)}$ and the value of $K_d = 1.37 \times 10^{-16} \text{ (d}^{-1}\text{)}$.

Keywords : leachate, activated sludge, kinetics parameter

PENDAHULUAN

Lindi adalah cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas zat-zat terlarut. Cairan tersebut mengandung bahan organik yang tinggi sebagai hasil dekomposisi sampah dan juga berasal dari proses infiltrasi dari air limpasan (Royadi, 2006).

Pengolahan lindi merupakan salah satu permasalahan yang ada di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Indonesia. Pengolahan lindi umumnya dilakukan

dengan proses biologi yang mengandalkan mikroorganisme sebagai pengurai substrat. Untuk menghasilkan efluen yang aman bagi lingkungan, diperlukan perancangan proses bioreaktor agar proses pengolahan air lindi dapat berjalan optimal. Oleh sebab itu, perlu diketahui parameter kinetika karena nilai parameter kinetika berlaku spesifik bagi jenis limbah cair dan proses yang diterapkan (Romli dkk, 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan dan mengetahui besarnya nilai parameter kinetika meliputi

nilai laju pertumbuhan spesifik (μ), nilai hasil pertumbuahn (Y), konstanta kejenuhan (K_s), dan koefisien kematian mikroba (K_d) yang di gunakan dalam perhitungan proses pengolahan lindi secara biologi.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Priyono dkk (2008), leachate (air lindi) atau air luruhan sampah merupakan tirisan cairan sampah hasil ekstraksi bahan terlarut maupun tersuspensi. Pada umumnya leachate terdiri atas senyawa-senyawa kimia hasil dekomposisi sampah dan air yang masuk dalam timbunan sampah. Air tersebut dapat berasal dari air hujan, saluran drainase, air tanah atau dari sumber lain di sekitar lokasi TPA. Pada saat terjadi hujan di lokasi Tempat Pembuangan Akhir, maka air hujan akan masuk dan meresap kedalam tumpukan sampah yang kemudian membawa zat-zat berbahaya dengan kepekatan zat pencemar yang tinggi melimpah atau keluar dari timbunan sampah pada Tempat Pembuangan Akhir berupa limbah cair.

Menurut Henry et.al dalam Priyono dkk (2008) karakteristik air lindi adalah sebagai berikut.

Usia TPA	Baru/ Kurang dari 2 Tahun	Tipikal	Lama/ Lebih dari 10 Tahun
Parameter	Kisaran		Kisaran
1	2	3	4
COD	3.000 - 60.000	18000	100 - 500
BOD ₅	2.000 - 30.000	10000	100 - 200
TOC	1.500 - 20.000	6000	80 - 160
TSS	200 - 2.000	500	100 - 400
Total Nitrogen	20 - 1.500	400	100 - 200
Total Phosphor	5 - 100	30	5 - 10
Alkali	1.000 - 10.000	3000	200 - 1.000
Besi	50 - 1.200	60	20 - 200
pH	5 - 8	6	6.6 - 7.5

Kinetika Pertumbuhan Mikroorganisme

1. Laju Pertumbuhan Spesifik (μ)

Pertumbuhan eksponensial terjadi bila semua kebutuhan untuk pertumbuhan terpenuhi, hal ini dapat dinyatakan dengan :

$$x = \mu x \quad t \quad (1)$$

Dengan membagi kedua sisi pada persamaan (2.1) dengan Δt , maka turunan limit $\Delta t \rightarrow 0$, diperoleh :

$$\left(\frac{dx}{dt}\right) = \mu x \quad (2)$$

dengan :

$$\left(\frac{dx}{dt}\right) = \text{menyatakan laju pertumbuhan}$$

biomassa (massa/volume.waktu)

μ = laju pertumbuhan spesifik.

x = konsentrasi biomassa

Jika x_0 menyatakan konsentrasi biomassa pada $t = 0$, integrasi persamaan (2) memberikan persamaan:

$$\ln x = \ln x_0 + \mu t \quad (3)$$

atau

$$\ln \left(\frac{x}{x_0}\right) = \mu t \quad (4)$$

Dengan mengplot $\ln \left(\frac{x}{x_0}\right)$ terhadap waktu (t) akan menghasilkan garis kemiringan μ .

2. Hasil Pertumbuhan (Growth Yield)

Hasil pertumbuhan Y didefinisikan secara matematis sebagai :

dimana adalah jumlah pertambahan biomassa sebagai hasil dari penggunaan sejumlah substrat . Jika diambil limit / sebagai $\Delta \rightarrow 0$ memberikan turunan:

$$\frac{dx}{ds} = Y \quad (6)$$

Monod (1949) mengamati bahwa selama tidak ada perubahan dalam komposisi biomassa dan kondisi lingkungan tetap konstan, hasil pertumbuhan (Y) tetap dalam jumlah konstan. Dengan demikian, biomassa awal dan konsentrasi substrat ditunjukkan sebagai x_0 , dan S_0 , sedangkan x dan S tetap menggambarkan konsentrasi yang sesuai selama pertumbuhan. Pirt (1975) telah menunjukkan bahwa hubungan antara pertumbuhan dan penggunaan substrat dapat dinyatakan sebagai :

$$x - x_0 = Y(S_0 - S) \quad (7)$$

Pada batas pertumbuhan substrat, suatu biakan yang mencapai konsentrasi biomassa maksimum (x_m) akan mendekati fase penurunan pertumbuhan. Pada kondisi ini dapat diasumsi bahwa konsentrasi batas pertumbuhan substrat adalah 0, sehingga persamaan menjadi :

$$x_m - x_0 = Y S_0 \quad (8)$$

atau

$$x_m = x_0 + Y S_0 \quad (9)$$

dengan :

x_m = konsentrasi biomassa maksimum

x_0 = konsentrasi biomassa awal

S_0 = konsentrasi sampel awal

Y = hasil pertumbuhan

Dengan mengplot nilai-nilai x_m terhadap S_0 , maka diperoleh persamaan garis lurus dengan slope garis lurus yang terbentuk adalah nilai Y .

3. Perubahan Spesifik Substrat (q)

Hubungan antara penggunaan substrat spesifik, laju pertumbuhan spesifik dan hasil pertumbuhan adalah seperti persamaan dibawah ini :

$$\frac{(ds/dt)}{x} = q = \frac{(dx/dt)/x}{dx/dS} = \frac{\mu}{Y} \quad (10)$$

atau

$$q = \frac{\mu}{Y} \quad (11)$$

4. Koefisien Kematian Mikroba (K_d) dan Hasil Pertumbuhan Sebenarnya (Y_t)

Untuk menentukan koefisien kematian mikroba (K_d) dan hasil pertumbuhan sebenarnya (Y_t) digunakan persamaan berikut :

$$\frac{dx}{dt} = Y_t \left(\mu - K_d \right) \quad (12)$$

Dengan membagi kedua sisi dengan x , maka persamaan menjadi :

$$\frac{1}{x} \frac{dx}{dt} = Y_t \left(\frac{\mu}{x} - \frac{K_d}{x} \right) \quad (13)$$

atau persamaan menjadi :

$$\ln x = Y_t \left(\ln \mu - \ln K_d \right) + C \quad (14)$$

dengan :

q = perubahan spesifik substrat

Y_t = hasil pertumbuhan sebenarnya

μ = laju pertumbuhan spesifik

K_d = koefisien kematian mikroba

Dengan mengplot nilai $1/\mu$ terhadap $1/S$, maka diperoleh persamaan garis lurus dengan slope garis lurus yang terbentuk adalah nilai $1/Y_t$ dan intercept garis lurus adalah K_d/Y_t .

5. Konstanta Kejenuhan (K_s) dan Laju Pertumbuhan Maksimum (μ_{max})

Parameter ini dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\mu = \mu_{max} \frac{S}{K_s + S} \quad (15)$$

dengan membagi kedua sisi dengan μ , pada persamaan (2.16) maka persamaan yang didapat sebagai berikut :

$$\frac{1}{\mu} = \frac{K_s}{\mu_{max}} \frac{1}{S} + \frac{1}{\mu_{max}} \quad (16)$$

dengan :

μ = laju pertumbuhan spesifik

K_s = konstanta kejenuhan

μ_{max} = laju pertumbuhan maksimum

S = konsentrasi sampel

Dengan mengplot nilai $1/\mu$ terhadap $1/S$, maka diperoleh persamaan garis lurus dengan slope garis lurus yang terbentuk adalah nilai K_s/μ_{max} dan intercept garis lurus adalah $1/\mu_{max}$.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah air limbah sampah (lindi) TPA Benowo. Alat yang digunakan adalah shaker, Oven, Furnace, COD reaktor.

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu dan pH alami sampel. Sedangkan Variabel Peubah yang digunakan adalah waktu sampling antara lain 1; 2; 3; 4 ;5 hari dan COD influent yang digunakan yaitu 2600; 2100, 1600; 1100; 600 mg/L. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah COD dan MLVSS.

Penelitian ini dilakukan terdiri dari dua tahap yaitu : tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Pada tahap persiapan yaitu meliputi proses pembenihan (seeding) dan aklimatisasi.

Pembenihan (seeding)

Pada penelitian ini proses pembenihan (seeding) dilakukan pada reaktor batch dengan menumbuhkan bakteri *Bacillus Sphaericus*, *Bacillus megaterium*, dan *Aeromonas hydrophilia* (mixculture) dari bentuk padat menjadi cair yang diaerasikan dan diberi nutrient hingga MLSS mencapai 2000 mg/l.

Aklimatisasi

Setelah melalui proses pembenihan (seeding), bakteri yang sudah tumbuh akan menyerupai lumpur aktif. Kemudian lumpur aktif tersebut diaklimatisasikan dengan air lindi yang bertujuan untuk mengadaptasikan mikroorganisme dengan kondisi lingkungan yang baru, termasuk sumber makanannya. Lumpur aktif yang telah dicampur dengan air lindi didalam reaktor, diaerasi pada suhu kamar dan pH alami air lindi.

Pertumbuhan bakteri ditandai dengan perubahan warna suspensi menjadi coklat kehitaman dan terjadi peningkatan nilai MLSS. Aklimatisasi lumpur aktif dan air lindi berlangsung selama 10 hari.

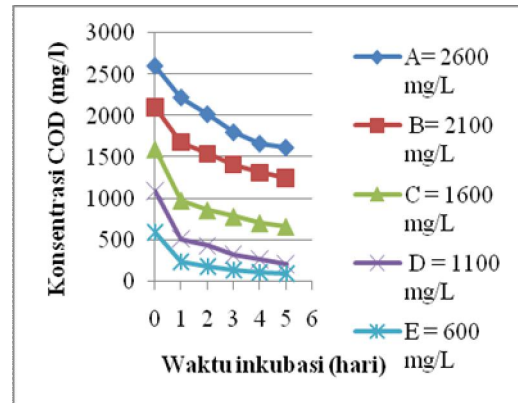
Tahap Pelaksanaan

Pada tahap ini dilakukan uji kemampuan degradasi bakteri terhadap zat organik pada air lindi. Percobaan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Masukkan 70 ml air sampel kedalam Erlenmeyer dengan masing-masing konsentrasi (COD) ± 2600 mg/l, 2100 mg/l, 1600 mg/l, 1100 mg/l, dan 600 mg/l.
2. Tambahkan 10 ml bakteri yang telah di aklimatisasi sebelumnya kedalam Erlenmeyer dan diberikan nutrien ($BOD_5 : N : P$).
3. Kemudian Erlenmeyer diletakkan pada shaker dengan revolusi 150 rpm pada suhu kamar, dan pH alami sampel.
4. Sampling dilakukan dengan interval waktu 1 hari selama 5 hari, dengan parameter yang diukur adalah COD (mg/l) dan MLVSS (mg/l).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan efisiensi penyisihan COD seperti yang diuraikan pada gambar 4.1 sebagai berikut :

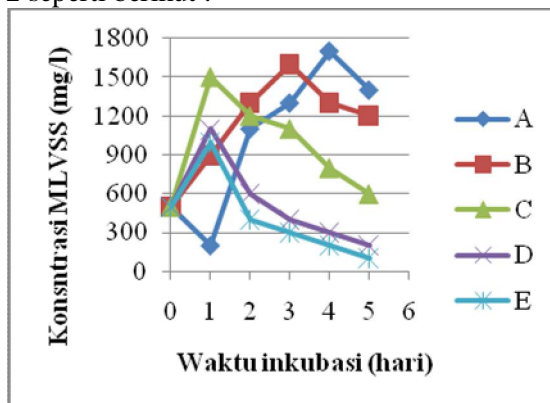


Gambar 1. Hubungan antara Waktu Inkubasi dengan Penurunan COD pada Berbagai Konsentrasi COD Awal.

Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu inkubasi semakin besar pula efisiensi mikroorganisme dalam mendegradasi zat organik pada air limbah yang terukur sebagai COD. Pada gambar 4.1 menunjukkan perubahan nilai COD pada kelima variabel air lindi. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi COD menurun pada hari ke-5 untuk semua variabel air lindi hal ini dikarenakan zat organik pada air limbah telah teroksidasi menjadi CO_2 , H_2O dan sebagian zat organik telah dikonversi menjadi sel-sel baru. Dari masing-masing variabel konsentrasi COD terdapat perbedaan tingkat kemampuan mendegradasi zat organik pada air limbah. Dapat dilihat pada variabel A dan B yang hanya dapat mendegradasi zat organik sekitar 37%-41%, dan lebih dari 58% zat organik terdegradasi pada variabel C, sedangkan untuk variabel D dan E zat organik yang terdegradasi lebih dari 80%. Perbedaan tingkat degradasi ini dikarenakan konsentrasi COD sebagai substrat awal yang beragam, sedangkan jumlah mikroorganisme awal yang sama (MLVSS).

Selain itu juga, pengukuran konsentrasi mikroorganisme untuk mengetahui laju pertumbuhan mikroorganisme yang diterukur sebagai

MLVSS (mg/l), dapat dilihat pada gambar 2 seperti berikut :



Gambar 2. Hubungan antara Waktu Inkubasi dengan Kadar MLVSS pada Berbagai Konsentrasi COD Awal.

Gambar 2 menjelaskan kondisi grafik pertumbuhan bakteri dengan konsentrasi biomassa awal yang sama, terlihat bahwa untuk sampel C, D dan E pada waktu inkubasi 0 - 1 hari mikroorganisme berada pada fase akslerasi dan fase eksponensial. Fase akslerasi mikroorganisme merupakan fase setelah adaptasi, pada fase ini aktivitas penambahan jumlah mikroorganisme dengan laju pertumbuhan yang masih rendah. Sedangkan fase eksponensial terlihat dari grafik bahwa sampel C, D dan E terjadi peningkatan yang terlihat pada kurva yang tampak tajam. Hal ini menandakan terjadi peningkatan aktivitas mikroorganisme yang ditandai dengan penambahan jumlah biomassa. Pada waktu inkubasi 1 - 2 hari mikroorganisme berada pada fase retardasi atau pengurangan yang merupakan fase penambahan aktivitas sudah mulai berkurang atau menurun yang diakibatkan karena beberapa faktor seperti, berkurangnya ketersediaan makanan, terbentuknya senyawa penghambat, dan lain sebagainya. Untuk waktu inkubasi 2-3 hari mikroorganisme berada pada fase stasioner yang merupakan fase terjadinya keseimbangan penambahan aktivitas dan penurunan aktivitas. Oleh karena itu fase ini membentuk kurva datar. Pada waktu inkubasi 3 - 4 hari mikroorganisme untuk sampel D dan E berada pada fase menurun. Pada fase ini jumlah kematian lebih tinggi dibandingkan jumlah pertumbuhan mikroorganisme, karena mikroorganisme

tidak mampu menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Dan untuk waktu inkubasi 4 -5 hari untuk mikroorganisme sampel D dan E mendekati pada fase kematian logaritmik yang merupakan fase peningkatan kematian yang semakin meningkat sehingga kurva menunjukkan garis menurun. Sedangkan untuk sampel C belum terlihat mendekati pada fase kematian logaritmik, dikarenakan pada waktu inkubasi 3 - 5 hari mikroorganisme masih berada pada fase menurun.

Untuk sampel B pada waktu inkubasi 0 - 2 hari mikroorganisme berada pada fase akslerasi. Dan pada waktu inkubasi 2 - 3 hari mikroorganisme berada pada fase eksponensial. Selanjutnya pada waktu inkubasi 3 - 4 hari mikroorganisme berada pada fase retardasi. Sedangkan untuk waktu inkubasi 4 - 5 hari mikroorganisme masih berada pada fase stasioner. Apabila waktu penelitian diperpanjang maka akan terlihat pada grafik, kurva yang membentuk fase menurun. Hal ini dikarenakan sumber makanan yang tersedia masih banyak sehingga pada grafik belum terlihat fase menurun.

Berbeda dengan sampel A yang mana pada waktu inkubasi 0 - 1 hari masih berada pada fase lag. Fase yang mana merupakan fase adaptasi atau penyesuaian dengan lingkungan baru. Selanjutnya pada waktu inkubasi 1 - 2 hari mikroorganisme berada pada fase akslerasi, dan fase eksponensial terjadi pada waktu inkubasi 2 - 4 hari. Pada waktu inkubasi 4 - 5 hari mikroorganisme masih berada pada fase retardasi. Hal ini seperti yang terjadi pada sampel B yang mana, bila waktu penelitian diperpanjang maka akan terlihat fase-fase selanjutnya seperti yang biasa terjadi kurva pertumbuhan mikroorganisme.

Parameter Kinetika

Dari hasil penelitian di laboratorium maka dapat ditentukan parameter-parameter kinetika sebagai berikut :

1. Laju Pertumbuhan (μ)

Nilai koefisien menunjukkan kecepatan pertumbuhan

mikroorganisme. Regresi linear dari plot hubungan antara $\ln X/X_0$ terhadap waktu (t) menghasilkan koefisien $\mu = 0,4465$ (hari^{-1}) untuk sampel A, $\mu = 0,1027$ (hari^{-1}) untuk sampel B, $\mu = 0,2238$ (hari^{-1}) untuk sampel C, $\mu = 0,4103$ (hari^{-1}) untuk sampel D, $\mu = 0,5298$ (hari^{-1}) untuk sampel E.

Hasil regresi nilai koefisien yang tertinggi adalah untuk sampel E. Menurut Ramli dkk (2012) nilai μ yang rendah

menunjukkan pertumbuhan mikroorganisme yang lambat. Dengan begitu, sampel B adalah sampel yang pertumbuhan mikroorganisme yang rendah. Namun kecilnya nilai koefisien dari sampel B dapat disebabkan oleh perbedaan waktu pengamatan. Perbedaan bentuk kurva antara sampel A, B dan sampel C, D, E yang mana sampel A, B membentuk kurva naik, sedangkan untuk sampel C, D, E membentuk kurva turun. Hal ini dikarenakan waktu sampling yang menyebabkan tidak teramatinya fase-fase sebelumnya (fase lag, fase eksponensial, dll) sehingga kurva yang terbentuk pada sampel C, D, E adalah kurva menurun.

Semakin besar nilai μ semakin cepat proses pengolahan. Semakin besar konsentrasi substrat semakin kecil nilai μ yang dihasilkan, hal ini dikarenakan konsentrasi substrat yang tinggi sedangkan jumlah mikroorganisme yang digunakan sedikit, sehingga tingginya konsentrasi substrat itu sendiri menjadi inhibitor bagi mikroorganisme yang ada.

2. Hasil Pertumbuhan / Growth Yield (Y).

Dengan mengeplot harga-harga X_m dan S_0 , maka diperoleh persamaan garis lurus dengan slope garis lurus yang terbentuk adalah harga Y. Persamaan garis lurus yang diperoleh adalah $X_m = 0,4583 S_0 + 622,3$, maka garis lurus Y adalah $0,4583 \text{ g VSS/g COD}$. Hasil ini sesuai dengan koefisien yield yang direkomendasikan oleh Metcalf & Eddy (2004), untuk activated sludge

yang berkisar antara $0,3-0,8 \text{ g VSS/g COD}$. Nilai yield sendiri menunjukkan banyaknya bahan organik yang dikonversi menjadi sel-sel baru.

3. Perubahan Spesifik Substrat (q).

Nilai dari laju pertumbuhan (μ) dan hasil pertumbuhan/ growth yield (Y) dapat digunakan untuk memperoleh nilai perubahan spesifik substrat (q) dengan menggunakan persamaan (11). Nilai q diartikan sebagai perubahan konsentrasi substrat yang sebanding dengan bertambahnya konsentrasi biomassa.

4. Koefisien Kematian Mikroba (K_d) dan Hasil Pertumbuhan Sebenarnya (Y_t).

Koefisien kematian mikroba (K_d) merupakan suatu konstanta yang sebanding dengan biomassa yang hilang pada saat fase endogeneous. Sedangkan hasil pertumbuhan sebenarnya (Y_t) merupakan hasil pertumbuhan yang dipengaruhi oleh laju pertumbuhan spesifik dan perubahan spesifik substrat.

Dengan mengeplot harga-harga q dan μ , maka diperoleh garis lurus yang mana slope yang terbentuk adalah $1/Y_t$ dan intersep garis lurus adalah K_d/Y_t . Dengan demikian harga K_d dan Y_t dapat diketahui. Persamaan garis lurus yang diperoleh adalah : $q = 2,182\mu + 3 \times 10^{-16}$ dalam hal ini $1/Y_t = 2,182$ dan $K_d/Y_t = 3 \times 10^{-16}$, maka diperoleh harga $Y_t = 0,4583$ dan harga $K_d = 1,37 \times 10^{-16}$.

5. Konstanta Kejenuhan (K_s) dan Laju Pertumbuhan Maksimum (μ_{\max}).

Konstanta kejenuhan (K_s) menunjukkan kepekaan konsentrasi substrat yang peka terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Semakin besar nilai K_s menandakan konsentrasi substrat peka terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Pohland dan Harper (1985) dalam Ramli dkk (2012) kisaran koefisien K_s pada proses lumpur aktif untuk pengolahan air lindi adalah $175-1800 \text{ mg/l}$. Sedangkan nilai laju pertumbuhan maksimum (μ_{\max}) adalah nilai maksimum dari laju pertumbuhan yang berada di titik puncak pada fase eksponensial sebelum masuk ke fase stasioner. Untuk konstanta kejenuhan (K_s) dan laju pertumbuhan maksimum (μ_{\max})

dapat ditentukan dari nilai konsentrasi sampel (S_0) dan laju pertumbuhan (μ) dan menggunakan persamaan (16).

Dengan mengplot harga-harga $1/\mu$ dan $1/s$, maka diperoleh garis lurus dimana slope yang terbentuk merupakan harga K_s/μ_{\max} dan intersep garis lurus adalah $1/\mu_{\max}$ dengan demikian harga K_s dan μ_{\max} dapat diketahui. . Persamaan garis lurus yang diperoleh adalah : $1/\mu = 5445.8 1/S + 9.7977$ dalam hal ini $1/\mu_{\max} = 9.7977$ dan $K_s / \mu_{\max} = 5445.8$, maka diperoleh harga $\mu_{\max} = 0.1020$ dan harga $K_s = 555.47$.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai-nilai parameter pada tabel dibawah ini. Tabel 1. Nilai-nilai Parameter Kinetika Biodegradasi Zat Organik pada AirLimbah Sampah (Air Lindi).

No	Parameter	Sampel (mg/l)				
		2600	2100	1600	1100	600
1	μ (hari ⁻¹)	0.1199	0.1027	0.2238	0.4103	0.5298
2	q (hari ⁻¹)	0.2616	0.2240	0.4883	0.8953	1.1560
3	Y (g/g)	0.4583				
4	K_d (hari ⁻¹)	1.37×10^{-1}				
5	Y_t (g/g)	0.4583				
6	K_s (mg/l)	555.47				
7	μ_{\max} (hari ⁻¹)	0.1020				

Identifikasi Bakteri

Dari hasil isolasi dan identifikasi mikroorganisme terhadap isolat, maka bakteri yang di peroleh adalah berspesies *Bacillus* sp. Identifikasi bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Universitas Airlangga Surabaya dengan metode uji penanaman bakteri di media Nutrien Agar menggunakan pour plate dan di uji fisiologis bakteri menggunakan MicrobactTM Kits GNB 24E, kemudian dicocokkan dengan kunci determinasi bakteri dari buku Bergey's "Manual of Determination Bacteriology 9th edition dan Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria 3rd edition. Berdasarkan hasil identifikasi dengan

metode di atas, menyatakan bahwa spesies dan subspecies bakteri yang diperoleh adalah *Bacillus cereus* dan *Bacillus firmus*. Namun presentase Indeks Kesamaan untuk kedua bakteri tersebut hanya 60,87% dan 52,17%, hal ini dapat memungkinkan bakteri yang diperoleh adalah bakteri dengan subspecies baru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian nilai parameter kinetika yang didapat pada penelitian ini adalah $\mu = 0.1199$ (hari⁻¹) untuk sampel A, $\mu = 0.1027$ (hari⁻¹) untuk sampel B, $\mu = 0.2238$ (hari⁻¹) untuk sampel C, $\mu = 0.4103$ (hari⁻¹) untuk sampel D, $\mu = 0.5298$ (hari⁻¹) untuk sampel E, nilai $Y = 0.4583$ mg MLVSS/mg COD, $K_s = 555.47$ (mg/l), $\mu_{\max} = 0.1020$ (hari⁻¹), $Y_t = 0.4583$ (g/g), dan nilai $K_d = 1.37 \times 10^{-16}$.

Disarankan pada penelitian agar menggunakan variabel waktu sampling dalam satuan jam, agar terlihat dengan jelas laju pertumbuhan mikroorganisme seperti pada kurva pertumbuhan mikroorganisme.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguskrisno, 2011, "Isolasi Mikroorganisme Dalam Proses Pembuatan Enzim Sebagai Hasil Produk di Bidang Industri", <http://aguskrisnoblog.wordpress.com> (11 Januari 2011).
- Anonim, 2012, "Sejarah Perkembangan Mikrobiologi", Fakultas Pertanian Perikanan & Biologi Universitas Negeri Bangka Belitung, http://fppb.ubb.ac.id/?Page=artikel_ubb&id=216 (15 Mei 2012).
- Benefield et al, 1980, "Biological Process Design for Wastewater Treatment", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 07632, United States of America.

- Metcalf & Eddy, 2004, "Wastewater Engineering Treatment and Reuse", McGraw-Hill, Inc., New York.
- Priyono, Adi dkk, 2008, "Pengolahan Leachate (Air Lindi) Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang Semarang Secara Anaerob" Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Kimia UNDIP, Semarang.
- Purnomo, Bambang, 2004, "Bahan Kuliah Dasar-dasar Mikrobiologi" www.geocities.ws/bpurnomo51/mik.../mik4.pdf.
- Romli, Muhammad dkk., 2012, "Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif Untuk Pengolahan Air Lindi Sampah (Leachate)", Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Intitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Royadi, 2006, "Analisis Pemanfaatan TPA Sampah Pasca Operasi Berbasis Masyarakat (Studi Kasus TPA Bantar Gebang, Bekasi)". Sekolah Pascasarjana Intitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Slamet, Agus dkk, 2000 "Modul Satuan Proses", Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya.